

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-314983

(43)Date of publication of application : 13.11.2001

(51)Int.Cl.

B23K 20/12
// B23K103:10

(21)Application number : 2000-130040

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 28.04.2000

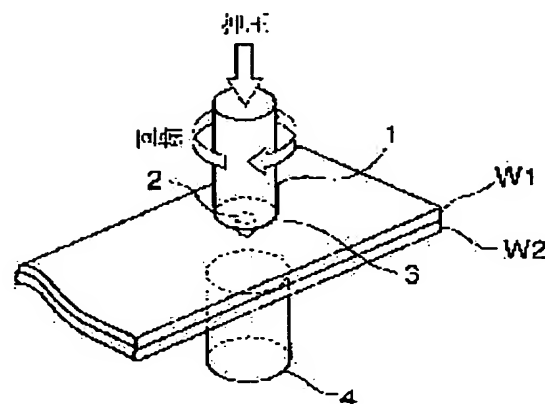
(72)Inventor : IWASHITA TOMONOBU

(54) METHOD OF SPOT JOINING AND SPOT JOINTING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To joint firmly members each other with small investment and causing no welding trace.

SOLUTION: At least two members are lapped together, a rotational tool 1 is pressed to the first member W1 at the outermost surface, thereby the metal structure between the first and second lapped members W1, W2 are agitated by frictional heat in a non meeting state and jointed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3400409

[Date of registration]

21.02.2003

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-314983

(P2001-314983A)

(43) 公開日 平成13年11月13日 (2001. 11. 13)

(51) Int.Cl.⁷

B 2 3 K 20/12

// B 2 3 K 103:10

識別記号

3 1 0

F I

B 2 3 K 20/12

103:10

テマコード^{*}(参考)

3 1 0

4 E 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願2000-130040(P2000-130040)

(22) 出願日

平成12年4月28日(2000. 4. 28)

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 岩下 智伸

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
株式会社内

(74) 代理人 100076428

弁理士 大塚 康徳 (外2名)

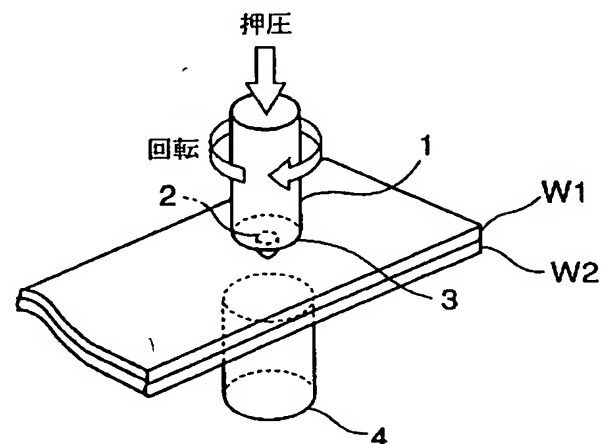
Fターム(参考) 4E067 AA05 BG00 CA04 EC03

(54) 【発明の名称】 接合方法及び接合装置

(57) 【要約】

【課題】設備投資が小さく、溶接跡を発生させずに、部材同士を強固に接合する。

【解決手段】少なくとも2枚の材料を重ね合わせて、最外表面の第1材料W1に回転工具1を押圧することにより、重ね合わされた第1及び第2材料W1、W2間の金属組織を摩擦熱により非熔融で攪拌して接合する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の材料を重ね合わせて接合する装置であって、

先端に突出部を有し、その軸心周りに回転する摩擦撹拌手段と、

前記摩擦撹拌手段を点在する接合部分に移動させつつ、前記突出部を該接合部分に押し付けて材料同士を接合する移動手段とを具備することを特徴とする接合装置。

【請求項 2】 予め 3 次元形状に成形された複数の材料を部分的に重ね合わせて接合する装置であって、先端に突出部を有し、その軸心周りに回転する摩擦撹拌手段と、

前記摩擦撹拌手段を点在する接合部分に移動させつつ、前記突出部を該接合部分に押し付けて材料同士を接合する移動手段とを具備することを特徴とする接合装置。

【請求項 3】 複数の材料を接合する装置であって、先端に突出部を有する回転工具を、その軸心周りに回転可能に支持する支持手段と、

前記回転工具を点在する接合部分に移動させつつ、前記突出部を該接合部分に押し付ける移動手段とを具備することを特徴とする重ね合わせ接合装置。

【請求項 4】 前記移動手段は、前記摩擦撹拌手段を回転させながら、その先端を前記重ね合わせた材料に押し付け、前記突出部を該材料内部に入り込ませ、前記重ね合わせた材料を非溶融の状態で摩擦により撹拌させて、該材料同士を接合することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の接合装置。

【請求項 5】 前記移動手段は、前記回転工具を回転させながら、その先端を前記接合部分に押し付け、前記突出部を該材料内部に入り込ませ、前記材料を非溶融の状態で摩擦により撹拌させて、該材料同士を接合することを特徴とする請求項 3 に記載の接合装置。

【請求項 6】 前記摩擦撹拌手段又は前記回転工具は、前記材料を非溶融の状態で摩擦により撹拌できるように回転数が設定されることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の接合装置。

【請求項 7】 前記突出部は伸縮自在に配設されていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の接合装置。

【請求項 8】 前記摩擦撹拌手段又は前記回転工具は、前記材料を挟んで互いに対向するよう配置され、互いに対向する摩擦撹拌手段又は回転工具の先端で材料を挟み込みながら押し付けることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の接合装置。

【請求項 9】 複数の材料を重ね合わせ、先端に突出部を有し、その軸心周りに回転する摩擦撹拌手段を点在する接合部分に移動させつつ、前記突出部を該接合部分に押し付けて材料同士を接合することを特徴とする接合方法。

【請求項 10】 予め 3 次元形状に成形された複数の材

料を部分的に重ね合わせ、

先端に突出部を有し、その軸心周りに回転する摩擦撹拌手段を点在する接合部分に移動させつつ、前記突出部を該接合部分に押し付けて材料同士を接合することを特徴とする接合方法。

【請求項 11】 前記摩擦撹拌手段を回転させながら、その先端を前記重ね合わせた材料に押し付け、前記突出部を該材料内部に入り込ませ、前記重ね合わせた材料を非溶融の状態で摩擦により撹拌させて、該材料同士を接合することを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の接合方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、アルミニウム合金製の板材やプレス成形体等の接合方法及び接合装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の接合技術は、板材や予め 3 次元形状にプレス成形された材料を重ね合わせ、電気抵抗溶接やアーク溶接、接着剤、ボルト締結、リベット等によって接合している。

【0003】 そして、材料が複雑な 3 次元形状の場合、複数点に在る接合部分に対して局所的に接合できるスポット溶接が用いられる。

【0004】 また、他の接合技術として、非溶融の状態で摩擦撹拌する接合方法が特許第 2712838 号公報に開示されている。この接合技術は、2 つの部材を突き合わせた接合面にプローブと呼ばれる突起部を回転させながら挿入及び並進させ、接合面近傍の金属組織を摩擦熱により可塑化させて結合するものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記スポット溶接では、材料が複雑な 3 次元形状の場合や板厚や材質が異なる場合に、溶接部分ごとに最適な溶接条件を切り替えて設定される。このため、溶接電極に大きな電圧を印加するための大型のトランスや電源、このトランスを冷却するための冷媒の循環装置が必要であり、莫大な設備投資が必要となる。

【0006】 また、上記公報に記載の接合技術では、金属部材の表面にプローブを差し込んで移動させるため、プローブの移動軌跡における始点及び終点にプローブを抜き差しした溶接跡（穴）が残ってしまう。このため、溶接跡が見える部位には用いることができないという外観上の問題や、後処理で溶接跡を取り除けるように予め余肉部を形成し、この余肉部にプローブの移動始点及び終点を持つてくるという工夫が必要であった。

【0007】 本発明は、上記課題に鑑みてなされ、その目的は、設備投資が小さく、接合跡を発生させずに、材料同士を強固に接合できる接合方法及び接合装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決し、目的を達成するために、本発明の接合装置は、複数の材料を重ね合わせて接合する装置であって、先端に突出部を有し、その軸心周りに回転する摩擦撹拌手段と、前記摩擦撹拌手段を点在する接合部分に移動させつつ、前記突出部を該接合部分に押し付けて材料同士を接合する移動手段とを具備する。

【0009】また、本発明の接合装置は、予め3次元形状に成形された複数の材料を部分的に重ね合わせて接合する装置であって、先端に突出部を有し、その軸心周りに回転する摩擦撹拌手段と、前記摩擦撹拌手段を点在する接合部分に移動させつつ、前記突出部を該接合部分に押し付けて材料同士を接合する移動手段とを具備する。

【0010】また、本発明の接合装置は、複数の材料を接合する装置であって、先端に突出部を有する回転工具を、その軸心周りに回転可能に支持する支持手段と、前記回転工具を点在する接合部分に移動させつつ、前記突出部を該接合部分に押し付ける移動手段とを具備する。

【0011】また、好ましくは、前記移動手段は、前記摩擦撹拌手段を回転させながら、その先端を前記重ね合わせた材料に押し付け、前記突出部を該材料内部に入り込ませ、前記重ね合わせた材料を非溶融の状態で摩擦により撹拌させて、該材料同士を接合する。

【0012】また、好ましくは、前記移動手段は、前記回転工具を回転させながら、その先端を前記接合部分に押し付け、前記突出部を該材料内部に入り込ませ、前記材料を非溶融の状態で摩擦により撹拌させて、該材料同士を接合する。

【0013】また、好ましくは、前記摩擦撹拌手段又は前記回転工具は、前記材料を非溶融の状態で摩擦により撹拌できるよう回転数が設定される。

【0014】また、好ましくは、前記突出部は伸縮自在に配設されている。

【0015】また、好ましくは、前記摩擦撹拌手段又は前記回転工具は、前記材料を挟んで互いに対向するよう配置され、互いに対向する摩擦撹拌手段又は回転工具の先端で材料を挟み込みながら押し付ける。

【0016】本発明の接合方法は、複数の材料を重ね合わせ、先端に突出部を有し、その軸心周りに回転する摩擦撹拌手段を点在する接合部分に移動させつつ、前記突出部を該接合部分に押し付けて材料同士を接合する。

【0017】また、本発明の接合方法は、予め3次元形状に成形された複数の材料を部分的に重ね合わせ、先端に突出部を有し、その軸心周りに回転する摩擦撹拌手段を点在する接合部分に移動させつつ、前記突出部を該接合部分に押し付けて材料同士を接合する。

【0018】また、好ましくは、前記摩擦撹拌手段を回転させながら、その先端を前記重ね合わせた材料に押し付け、前記突出部を該材料内部に入り込ませ、前記重ね

合わせた材料を非溶融の状態で摩擦により撹拌させて、該材料同士を接合する。

【0019】

【発明の効果】以上説明のように、請求項1、2、3、9、10の発明によれば、先端に突出部を有し、その軸心周りに回転する摩擦撹拌手段を点在する接合部分に移動させつつ、突出部を接合部分に押し付けて材料同士を接合することにより、設備投資が小さく、接合跡を発生させずに、連続接合ができない予め3次元形状に成形された材料同士であっても接合できる。

【0020】請求項4、11の発明によれば、摩擦撹拌手段を回転させながら、その先端を重ね合わせた材料に押し付け、突出部を材料内部に入り込ませ、重ね合わせた材料を非溶融の状態で摩擦により撹拌させて、材料同士を接合することにより、熱歪みを抑制しつつ接合することができる。

【0021】請求項5の発明によれば、回転工具を回転させながら、その先端を接合部分に押し付け、突出部を材料内部に入り込ませ、材料を非溶融の状態で摩擦により撹拌させて、材料同士を接合することにより、熱歪みを抑制しつつ接合することができる。

【0022】請求項6の発明によれば、摩擦撹拌手段又は回転工具は、材料を非溶融の状態で摩擦により撹拌できるよう回転数が設定されることにより、熱歪みを抑制しつつ接合することができる。

【0023】請求項7の発明によれば、突出部は伸縮自在に配設されていることにより、総板厚が大きい場合や重ね合わせ枚数が多い場合でも良好に接合できる。

【0024】請求項8の発明によれば、摩擦撹拌手段又は回転工具は、材料を挟んで互いに対向するよう配置され、互いに対向する摩擦撹拌手段又は回転工具の先端で材料を挟み込みながら押し付けることにより、接合時間を短縮化できると共に、総板厚が大きい場合や重ね合わせ枚数が多い場合でも良好に接合できる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0026】図1は、本発明に係る実施形態の接合方法を説明する回転工具付近の拡大図である。図2は、図1の接合部分の金属組織の断面図である。

【0027】本実施形態の接合方法は、アルミニウム合金製の板材や予め3次元形状にプレス成形された材料の接合に適用され、少なくとも2枚の材料を重ね合わせて、最外表面の第1材料W1に回転工具1を押圧することにより、重ね合わされた第1及び第2材料W1、W2間の金属組織を摩擦熱により非溶融で撹拌して接合するものである。

【0028】そして、非溶融で撹拌するので、電気抵抗溶接等で発生する熱歪み等の問題を解消することができる。

【0029】ここで、非溶融で撹拌する状態とは、母材に含有される各成分或いは共晶化合物の中で最も融点が低いものよりもさらに低い温度下で摩擦熱により金属組織を軟化させて撹拌することを意味する。

【0030】図1に示すように、摩擦撹拌による接合方法は、少なくとも2枚の材料W1、W2を重ね合わせ、先端部3に突出部2を有する円筒状の回転工具1を、その軸心周りに回転させながら、先端部3を最外表面の第1材料W1に押し付けて突出部2を材料内部に入り込ませ、重ね合わせた第1及び第2材料W1、W2を非溶融の状態で摩擦により撹拌させて、材料同士を接合する。

【0031】また、第1及び第2材料W1、W2を挟むように回転工具1の先端部3に対向するよう受け部材4が配置されている。受け部材4の外径は、回転工具1の外径以上に設計されている。

【0032】回転工具1は直径 $\phi 1$ が10～15mm程度、突出部2は直径 $\phi 2$ が5～7.5mm程度であり、接合部分は直径 $\phi 3$ が8～9mm程度となる。

【0033】回転工具1及び受け部材4は、接合材料よりも硬度の高い鋼材（超硬合金等）で形成された非摩耗型工具であるが、接合材料は回転工具1より軟質の材質であれば、アルミニウム合金に限定されない。

【0034】突出部長さ $X1$ は接合部分深さ $X2$ の80～90%に設定され、接合部分深さ $X2$ は突出部長さ $X1$ の1.1～1.2倍となる。接合部分深さ $X2$ は突出部長さ $X1$ に比例（ピン長さの1.1～1.2倍）して大きくなる。

【0035】回転工具1は、後述する多関節ロボット10のアームに回転可能に取り付けられ、材料が複雑な3次元形状の場合、複数点に接合部分に対してスポット的に（局所的に）接合できるよう構成されている。

【0036】図3は、回転工具を保持及び駆動する多関節ロボットの概略図である。

【0037】図3に示すように、多関節ロボット10は、ベース11に設けられた関節12に連結されて y 軸中心に揺動すると共に、関節13で z 軸中心に回転する第1アーム14と、関節15を介して第1アーム14に連結されて y 軸中心に揺動すると共に、関節16で x 軸中心に回転する第2アーム17と、関節18を介して第2アーム17に連結されて y 軸中心に揺動する第3アーム19とを有する。

【0038】第3アーム19は、回転工具1が回転可能に取り付けられると共に、回転工具1を回転駆動するモータ20と、回転工具1の先端部3に対向するよう配置される受け部材4とを備える。回転工具1の先端部3と受け部材4の先端部との間隔はアクチュエータ22により可変となっており、接合時の材料に対する押圧力や3枚以上重ね合わせた材料でも対応できるよう設計されている。

【0039】多関節ロボット10の各アーム、モータ、

アクチュエータの動作は、予めティーチングされて制御部30がコントロールする。

【0040】回転工具1の材料に対する押圧力は、材料の総板厚や重ね合わせ枚数等に基づいて接合部分ごとに設定され、個々の材料の板厚が異なる場合にも適用できる。

【0041】また、図4に示すように、3枚以上の第1乃至第3材料W1～W3を接合する場合には、同一外径を有する一対の回転工具1A、1Bで材料を挟み込んで接合する。この場合、図3の受け部材4に代えて回転工具1Bを回転可能に多関節ロボット10に取り付けて、互いに対向する回転工具1A、1Bの先端部3A、3Bで第1乃至第3材料W1～W3を挟み込みながら、突出部2A、2Bを材料内部に入り込ませて各回転工具1A、1Bを逆回転させる。

【0042】また、図5に示すように、第1及び第2材料の板厚が異なる場合でも接合可能であるが、特に、薄肉側から回転工具1を押圧させるとより撹拌しやすくなり、均一な接合処理が実現できる。

【接合時の金属組織の塑性流動】図6は、回転工具による材料内部の塑性流動状態を示す図である。

【0043】図6に示すように、所定回転数で回転する回転工具1を第1材料W1に略垂直に押し当てていくと、回転工具1と第1材料W1との間に摩擦が生じて、その表面が軟化して第1及び第2材料W1、W2間の金属組織が非溶融の状態で回転方向に撹拌されていく。そして、更に回転工具1による第1金属部材W1に対する押圧力を高めていくと、回転工具1に非接触の第2材料W2も一緒に撹拌され始める。このとき、第1及び第2材料W1、W2の金属組織は工具1の回転方向に撹拌されると共に、突出部2で肉厚方向（第1及び第2材料W1、W2の接合面と交差する方向）に撹拌されて、最終的に重ね合わされた第1及び第2材料W1、W2が溶融されることなく接合される。

【0044】このように、回転工具1の突出部2は撹拌される金属組織の塑性流動を促進する。

【試験結果】本実施形態の接合処理では、接合する材料としてJISで規格化された5000系鋼板（Al-Mg鋼板）や6000系鋼板（Al-Mg-Si鋼板）を一例として用いるが、他の金属材料でも適用可能である。

【0045】図7は、異なる材料での接合強度を示す試験結果を示す図である。図8は、回転工具の回転速度と接合強度との関係を示す試験結果を示す図である。

【0046】図7の接合強度試験は、接合された材料を互いに相反する方向に引張って、接合面が剥がれた時点での引張力を接合強度として測定している。

【0047】図7に示すように、5000系鋼板（Al-Mg鋼板）、6000系鋼板（Al-Mg-Si鋼板）共に要求強度より高い強度をもって接合されている。

【0048】また、図8に示すように、接合強度が要求

強度を満たす回転工具 1 の回転速度は、1000～2500rpm が好ましく、回転速度が 1000rpm より遅いと攪拌が不十分で接合強度は低くなり、逆に 2500rpm より速いと、攪拌されるべき金属組織が空回りして攪拌されないために、接合強度は低くなる。

【0049】以上のように、従来のスポット溶接に比べて設備投資が小さく、突出部の接合跡を発生させずに、材料同士を強固に接合できる。

【材料形状】本実施形態では、予め 3 次元形状にプレス成形された材料の接合に適している。即ち、図 9 に示す自動車の車体フレームや図 10 に示すボンネット W1 と補強部材 W2 の接合のように、プレス成形により材料が複雑な 3 次元形状を有し、回転工具 1 を連続して移動できないような複数点に在る接合部分 P に対して、本実施形態の接合方法を用いることにより局所的に溶接でき、プレス成形後であっても接合可能となる。

【0050】また、図 11 に示すように、中空閉断面構造を有する管状車体フレーム W1 にブラケット W2 を接合する場合、材料を挟み込む必要があるスポット溶接やリベット止めでは接合できないが、図 3 の多関節ロボットから受け部材 4 を取り除いた構造とすれば、車体フレーム W1 を受け部材として利用して回転工具 1 を接合部位に押し付けることにより接合が可能となる。この場合、回転工具 1 を 300Kg 程度の押圧力で接合部分に押し付けるため、車体フレーム W1 は剛性の高い部位を選ぶ必要がある。

【連続接合】上記実施形態では、回転工具 1 を接合部分に押圧して移動させないスポット接合の例を説明したが、図 12 に示すように、回転工具 1 を前進又は揺動させながら連続的に接合してもよい。

【0051】図 12 で回転工具 1 を前進させる場合には、前進方向に対して後方に約 1° 傾斜させて移動させると、材料 W1 に垂直に押し当てる場合に比べて傾斜した分だけ攪拌性が向上する。

【変形例】図 13 及び図 14 は、本実施形態の回転工具の変形例として、回転工具の突出部の突出量を可変にする機構を設けた例を示している。

【0052】突出部の突出量 X1 は、重ね合わせた材料の総板厚に基づいて決定され、総板厚が大きい場合の適用範囲を拡大することができる。

【0053】図 13 及び図 14 に示すように、回転工具は、中空円筒状の外筒部材 21 と、この外筒部材 21 内部にスプライン嵌合され、軸心方向 L1 に摺動自在な内筒部材 22 を有し、この内筒部材 22 の一端部に小径かつ長尺の突出部 23 が形成されている。

【0054】内筒部材 22 の突出部 23 は、外筒部材 21 の一端部から外部に突出すると共に、スプリング 29 により外筒部材 21 の軸心方向に付勢されている。外筒部材 21 の一端部 21a は、突出部 23 の外周を取り囲むように突出し、その先端部に環状平面の肩部 21b が

形成されている。突出部 23 は、スプリング以外の外力が加わらない状態で肩部 21b 内に収まって突出しない位置にある。

【0055】外筒部材 21 と内筒部材 22 はスプライン嵌合されているので一体的に回転駆動され、内筒部材 22 は、外筒部材 21 に対して相対的に軸心方向に沿って移動し、外筒部材 21 の一端部から突出する突出部 23 の突出量 X1 が可変となっている。

【0056】突出部 23 は、3 枚以上の重ね合わせや個々の板厚が異なる等の材料の総板厚が大きい場合に突出量 X1 を大きくし（図 13 参照）、総板厚が小さい場合には突出量 X1 を小さくすればよい（図 14 参照）。突出部 23 は、総板厚に基づいて外筒部材 21 に対して突出量 X1 が設定されて回転駆動される。これにより、複数枚（3 枚以上）の重ね合わせや個々の板厚が異なる場合の接合でも、良好に実施することができる。

【0057】尚、本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲で上記実施形態を修正又は変形したものに適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る実施形態の接合方法を説明する回転工具付近の拡大図である。

【図 2】図 1 の接合部分の金属組織の断面図である。

【図 3】回転工具を保持及び駆動する多関節ロボットの概略図である。

【図 4】3 枚以上の材料を接合する場合の接合部分の金属組織の断面図である。

【図 5】個々の材料の板厚が異なる場合の接合部分の金属組織の断面図である。

【図 6】回転工具による材料内部の塑性流動状態を示す図である。

【図 7】異なる材料での接合強度を示す試験結果を示す図である。

【図 8】回転工具の回転速度と接合強度との関係を示す試験結果を示す図である。

【図 9】予め 3 次元形状にプレス成形された材料として、自動車の車体フレームを接合する場合について示す図である。

【図 10】予め 3 次元形状にプレス成形された材料として、ボンネットと補強部材を接合する場合について示す図である。

【図 11】予め 3 次元形状にプレス成形された材料として、自動車の中空閉断面構造を有する管状車体フレームとブラケットとを接合する場合について示す図である。

【図 12】回転工具を前進させながら連続的に接合する場合の接合部分の金属組織の断面図である。

【図 13】本実施形態の回転工具の変形例において、回転工具の突出部を大きく突出させた状態を示す図である。

【図 14】本実施形態の回転工具の変形例において、回

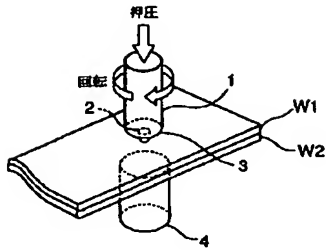
転工具の突出部を小さく突出させた状態を示す図である。

【符号の説明】

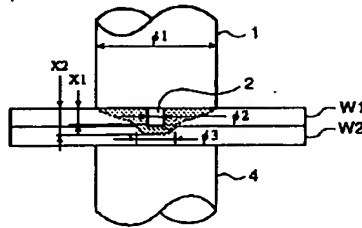
- 1 回転工具
2 突出部

- 3 先端部
4 受け部材
10 多関節ロボット
W1～W3 材料

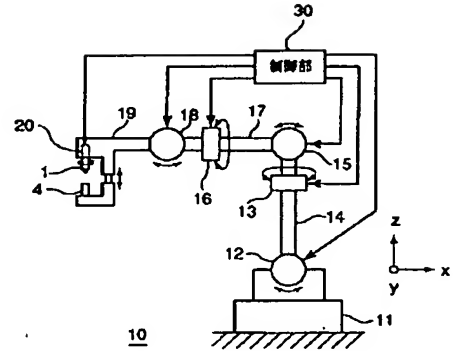
【図 1】



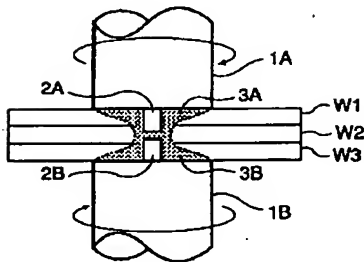
【図 2】



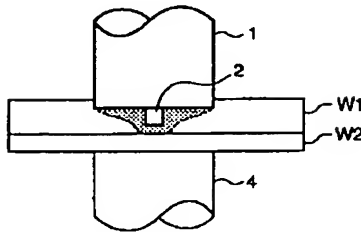
【図 3】



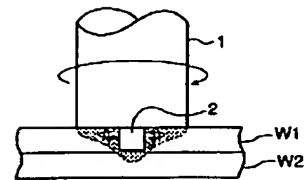
【図 4】



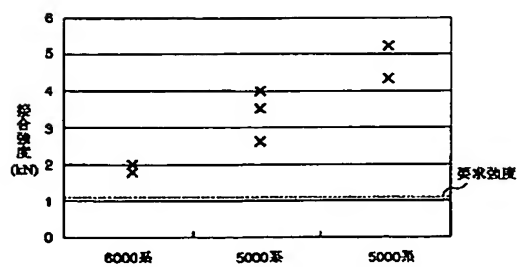
【図 5】



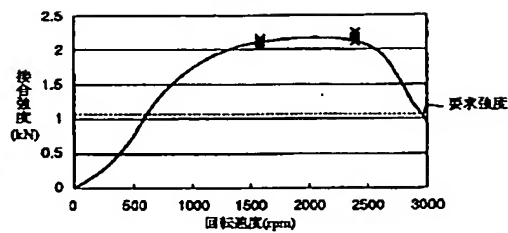
【図 6】



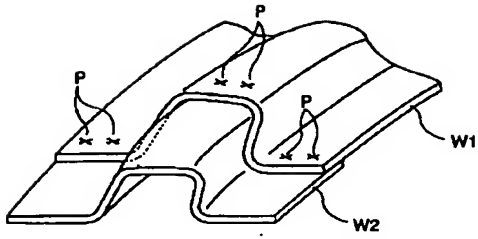
【図 7】



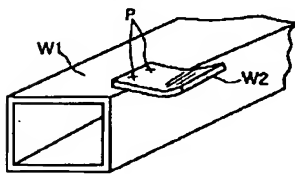
【図 8】



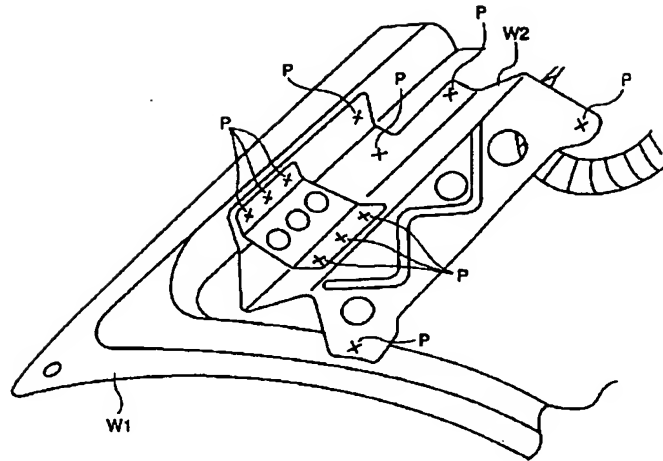
【図9】



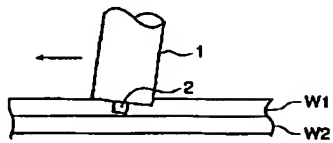
【図11】



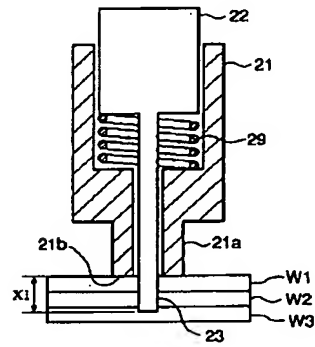
【図10】



【図12】



【図13】



【図14】

